

Un telefèric a la ciutat de Tarragona. Del magnetisme a la levitació magnètica

Presentació

Quan arribes al Balcó del Mediterrani de Tarragona et vénen ganes de baixar a la platja del Miracle, però com pots arribar-hi? Has de donar molta volta, ja que el desnivell i les vies del tren impedeixen un camí d'accés ràpid. Sembla necessari idear algun tipus de transport que permeti baixar-hi sense cap dificultat. Aquesta sensació i la participació en un curs de la URV sobre física, on es va tractar el tema de la levitació magnètica, han estat les claus per a l'elecció d'aquest tema.

Objectius

L'objectiu principal del treball ha estat dissenyar i construir una maqueta d'un aparell que permeti baixar i pujar del Balcó del Mediterrani a la platja del Miracle de Tarragona utilitzant la levitació magnètica. Per portar-lo a terme es van plantejar uns objectius més específics que són els següents:

- Aprofundir en el coneixement del magnetisme.
 - Estudiar i comprendre la levitació magnètica i les seves aplicacions.
 - Triar el mètode òptim de levitació magnètica per a la construcció de l'aparell.
-



-
- Dissenyar un sistema per a l'autonomia de l'aparell.
 - Adaptar el sistema al Balcó del Mediterrani.
 - Construir una maqueta funcional de l'aparell a partir dels estudis previs realitzats.
 - Conèixer i valorar l'opinió de la població sobre el projecte.

El magnetisme

Primerament es va realitzar una recerca d'informació. Es va investigar sobre el magnetisme i les seves propietats. També es va fer una cerca d'informació sobre el funcionament dels trens de levitació magnètica, tant de la seva física com de models de maquetes de diferents tipus.

Per comprendre el tema es van realitzar una sèrie d'experiències que van permetre apropar-se al magnetisme i entendre'l:

- Imantar un clau.
- Construir un electroimant.
- Desimantar un imant (<<http://youtu.be/Q0I4WiyDk8s>>).
- Observar les línies de camp magnètic creat per un imant.
- Observar les forces de repulsió entre imants.
- Construir un pèndol per efecte Curie (<<http://youtu.be/QQYHqm89EZ4>>).

Metodologia

Posteriorment va ser necessari realitzar uns assajos de levitació magnètica previs al projecte, per tal de testar els diferents tipus de levitació i decidir quin utilitzar en el projecte final:

- Levitació magnètica per repulsió: Aquesta tecnologia està basada en un principi d'atracció-repulsió entre dos camps magnètics. S'ha construït una maqueta utilitzant la levitació magnètica sobre rails.
- Levitació magnètica amb superconductors: Observar la ceràmica superconductora que en refredar-se levita sobre un imant.
- Levitació magnètica per atracció: Atracció produïda per dues vies magnètiques sobre un imant.
- Levitació magnètica amb grafit: Per veure de forma pràctica les propietats diamagnètiques del grafit pirolític pur.

Una vegada realitzada la recerca, les experiències i els assajos es va començar el projecte del telefèric:

- Ubicació: Es va fer un estudi de la zona on s'instal·laria el telefèric, el Balcó del Mediterrani. Per fer-ho es va mesurar l'altura del Balcó respecte del mar utilitzant altímetres. Es van fer fotografies des de dalt i des de baix del Balcó per poder de-

terminar la trajectòria que seguirà el telefèric, procurant evitar algunes barreres arquitectòniques. També es va utilitzar la plataforma digital *Google Maps* per poder observar aèriament la zona i calcular la distància horitzontal que hi ha entre els dos extrems de les vies. Es van proposar dos recorreguts: un de recte i l'altre amb corba.

- Enquesta: Es va passar una enquesta a 50 habitants i 50 visitants seleccionats a l'atzar per tal de conèixer l'opinió dels habitants i visitants de Tarragona sobre la construcció d'un telefèric per baixar a la platja des del Balcó.
- Maqueta: Per fer la maqueta es van seguir una sèrie de passos:

- 1.** Realitzar els càlculs pertinents per poder representar-ho a escala 1:150.
- 2.** Tallar les fustes a les mides necessàries i muntar l'estructura del Balcó, utilitzant cargols i cola.
- 3.** Col·locar la cinta magnètica dins d'un llistó de fusta, perquè sigui totalment rígida i perquè serveixi de guia. Pintar aquesta fusta de color gris.
- 4.** Construir tres suports per aguantar les guies. Pintar-los de color gris. Aquests estan situats als extrems i al centre. El que està col·locat en la part superior de la trajectòria té un petit forat per passar el fil de niló.
- 5.** Construir el vagó del telefèric, tallant les fustes de les mides adequades. Pintar el vagó de color vermell i gris.
- 6.** Col·locar dos imants a la part superior del telefèric, perquè pugui levitar entre les guies. Aquests estan subjectats al telefèric mitjançant un cargol afluixat que permet la rotació dels imants sense que això afecti el telefèric i provar que el telefèric es mou per les guies sense cap dificultat de forma manual.
- 7.** Enganxar les imatges del Balcó.
- 8.** Tallar, pintar i col·locar les baranes de les diferents altures a la maqueta. Fent-les amb fusta i enganxant-hi les fotografies o pintant-les.
- 9.** Posar el motor en la part superior del recorregut, però sota terra, juntament amb el circuit radiocontrol. Cargolar-lo a la fusta.
- 10.** Lligar motor i telefèric amb el fil de niló, utilitzant un carret de fusta foradat i enganxat al motor i una anella de plàstic al telefèric.
- 11.** Fer pujar i baixar el telefèric.

Resultats

Els resultats de les experiències van servir per aprofundir en el coneixement del magnetisme i per iniciar el projecte.

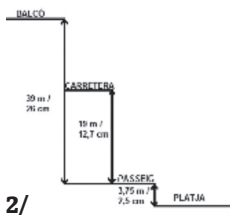
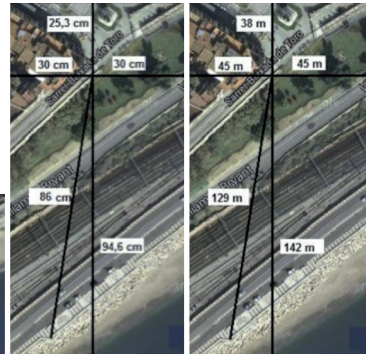
Quant als resultats dels assajos:

- Levitació magnètica per repulsió: inicialment es van tenir problemes perquè el tren levitès de forma correcta, però la incorporació del metacrilat ho va solucionar, el tren levita

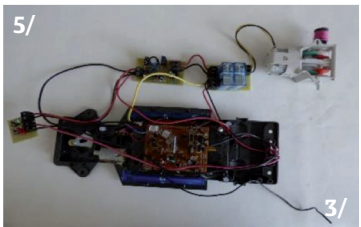
- 1- Trajecte escollit.
- 2- Diferents altures.
- 3- Mesures reals i de la maqueta.
- 4- Maqueta definitiva.
- 5- Circuit complet.



3/



2/



sense dificultat, però sense gaire estabilitat, pateix moltes vibracions. No es podria construir el telefèric, ja que en donar-li la volta el vagó cau (<http://youtu.be/AD1dq_IIXi4>).

– Levitació magnètica amb superconductors: levita amb facilitat, però la ràpida evaporació del nitrogen i la dificultat per mantenir-lo a baixa temperatura va fer desestimar aquest sistema (<<http://youtu.be/Axs0dHr17GA>>).

– Levitació magnètica per atracció: l'imant levita de forma estable, no tant com amb el superconductor. Vist el bon funcionament es va intentar incorporar un motor, però no es va tenir èxit. És el sistema escollit per a la construcció del telefèric (<http://youtu.be/swel_Xq_2SQ>).

– Levitació magnètica amb grafit: el grafit levita a baixa altura i de forma poc estable. Si els imants no estan sobre una superfície totalment plana, el grafit cau. No suporta gaire pes (<<http://youtu.be/ZLPcEh-vi54>>).

Pel que fa a la ubicació:

De l'enquesta: Gairebé tots els enquestats veien necessari un nou accés. Molts creien que el telefèric és el més adequat. La majoria van opinar que milloraria la façana marítima.

Hi va haver poques diferències entre les respostes dels visitants i les dels habitants.

De la maqueta: <<http://youtu.be/btffcPhTodw>>

Les principals dificultats es van presentar en la construcció de la maqueta: El primer problema que es va presentar va ser el vagó del telefèric. La forma d'aquest no podia ser quadrada, ja que pujaria inclinat. Es van fer els càlculs per tal de buscar la inclinació de la part superior, aquesta coincideix amb la de les guies:

$$\sin(\alpha) = \frac{\text{metres de desnivell}}{\text{metres de recorregut}}; \sin(\alpha) = \frac{39}{134,8}; \alpha = \arcsin\left(\frac{39}{134,8}\right) = 16,82^\circ$$

Quant a l'autonomia de l'aparell es van proposar diversos sistemes. La majoria d'ells van comportar problemes. Els dos més destacats van ser:

1. Incorporar un motor en el vagó. De manera que quan el motor gira, els imants també ho fan i el telefèric avança.

2. Posar un motor a la part final de les vies i lligar el vagó amb una corda. D'aquesta manera, quan la corda es recull, el telefèric puja. Quan es deixa anar, baixa.

Finalment es va triar la segona opció, ja que posar el motor en el vagó suposava massa pes en aquestes dimensions. Primerament, el motor que recollia la corda girava massa ràpid, era necessari controlar la velocitat. Es va pensar que amb la connexió d'un potenciòmetre seria suficient, però no va ser així. Després d'investigar per internet, es va creure convenient muntar un circuit. Aquest consta d'una part principal formada pel Timer 555N, dos condensadors, dos voltímetres i una resistència. La resta del circuit està formada per l'equip radiocontrol i per un equip de control mitjançant pulsadors per si sorgissin problemes amb el radiocontrol. També té dos relés que permeten regular la velocitat en les dues polaritats i un motor d'engranatges. Amb el circuit es va poder reduir la velocitat del motor fins a l'òptima.

Conclusions

Acoblar tot el sistema al Balcó de Mediterrani construint una maqueta funcional va resultar molt costós. Va ser de gran ajuda la impressió d'una foto a la mateixa escala per poder superposar-la a la plantilla inicial i prendre totes les mesures necessàries. Aquesta va quedar al final com el terra de tota la maqueta. El vagó del telefèric va donar problemes d'estabilitat fins que es va aconseguir l'adequada, va ser difícil quadrar pes i volum per tal que el seu funcionament fos el correcte. Per a la construcció de la maqueta es podrien haver utilitzat altres recursos que la fessin més real, però es va pensar que la unió de la part real i la simbòlica donaria més fermesa al projecte i el faria més atractiu. Per aquest motiu es va utilitzar la fotografia enganxada a la fusta

que fa més fàcil la realització de la maqueta i compleix l'objectiu. La utilització d'un comandament a distància per fer pujar i baixar el telefèric només té sentit a la maqueta, en un telefèric real es faria des del mateix vagó o des d'un centre d'operacions ubicat al mateix Balcó. Si algun dia aquest projecte es portés a terme s'haurien de fer algunes millores per tal de garantir la seguretat dels passatgers.

Aquest projecte milloraria la façana marítima de Tarragona i, a més, solucionaria en gran part el problema actual de connexió de la ciutat amb la platja que ocasiona dificultats als vianants que volen accedir-hi. Per acabar, aquest telefèric, utilitzant una tecnologia innovadora, es podria convertir en el símbol de la ciutat per a les pròximes dècades.

Bibliografia

– BURDANO DE ERCILLA, S. *Física general*. Madrid: Editorial Tébar, 2003. – HERNÁNDEZ ÁLVARO, J. *Fundamentos de física: electricidad y magnetismo*. Jaén: Universidad de Jaén, servicio de publicaciones e intercambio, 2008. – ABC. *Levitación magnética para llegar al espacio*. <http://www.abc.es/20120314/ciencia/abci-levitacion-magnetica-para-llegar-201203141016.html> – ARAGÓN INVESTIGA. *Levitación magnética y superconductividad*. <http://www.aragoninvestiga.org/Levitacion-magnetica-y-superconductividad/> – CONSUMER. Infografía: *Trenes Maglev* <http://www.consumer.es/web/es/viajes/ideas_y_consejos/2008/01/27/174066.php> – ENGADGET. *Japón pone a prueba su tren de levitación magnética, superando los 500 km/h*. <<http://es.engadget.com/2013/08/30/japon-tren-maglev-10-500-kmh/>> – EXPERIMENTOS DE FÍSICA. *Experimentos de magnetismo*. <<http://www.experimentosdefisica.net/category/experimentos-magnetismo/>> – EXPERIMENTS WITH MAGNETS. <<http://www.coolmagnetman.com/magindex.htm>> – HYPERPHYSICS. *Electricity and magnetism*. <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/emcon.html#emcon>> – LEVITACIÓN MAGNÉTICA. <<http://levimagne.blogspot.com.es/2009/05/levitacion-magnetica.html>> – MONOGRAFÍAS. *Electromagnetismo*. <<http://www.monografias.com/trabajos32/electromagnetismo/electromagnetismo.shtml#dedonde>> – PROFISICA. *Cómo funciona: El imán*. <<http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=21>> – RENA. *Naturaleza del magnetismo*. <<http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/fisica/Tema19a.html>> – SUPERCONDUCTIVIDAD. *Levitación*. <<http://www3.icmm.csic.es/superconductividad/superconductividad/levitacion/>> – THE PHYSICS OF MAGNETIC LEVITATION. <http://ffden-2.phys.uaf.edu/212_spring2011.web.dir/John_Dutton/Page_1.html> – YOUTUBE. *Maglev train - the levitating train (HSC Physics)*. <<https://www.youtube.com/watch?v=aAT81cKziIs>> – YOUTUBE. *La naturaleza eléctrica de los imanes*. <<https://www.youtube.com/watch?v=z0VfirJYWrs>>.